

ADVANCED MANUFACTURING TECHNOLOGY

先进制造技术

江苏省科学技术协会 编

中国科学技术出版社

• 北 京 •

图书在版编目 (CIP) 数据

先进制造技术/江苏省科学技术协会编. —北京: 中国
科学技术出版社, 1997. 1

ISBN 7-5046-2331-8

I. 先… II. 江… III. 机电一体化-学术会议-文
集 N.TH-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 25125 号

责任编辑: 屈惠英

封面设计: 温克信

中国科学技术出版社出版

北京海淀区白石桥路 32 号 邮政编码: 100081

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

江苏省农科院印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 52 字数: 1223 千字

1997 年 1 月第 1 版 1997 年 1 月第 1 次印刷

印数: 1—1000 册 定价: 150.00 元

《先进制造技术》

编委会

编委会顾问:

王珉	朱剑英	顾冠群	曹志超	吕春绪
何立权	李邨	李龙天	陈立群	张淑仪
丁秋林	王宁生	张友良	张世琪	张铁恒
张锦云	陈维南	金中青	周建松	徐友仁
袁家均	康亚夫	薛祖兴		

主 编: 徐龙祥

副主编: 胡敏强 罗军舟 李小宁 吕建
张阳

编委 (按姓氏笔画排列):

王安宁	王武	王建中	史迎	朱巧明
刘忠德	刘福在	江建春	孙宇	李光华
吴努	何学秋	陆韧钢	陈文亮	陈传明
易红	周骥平	俞建伟	侯敏	郭建冬
黄裕兵	章勇	程启明	裴学华	戴先中

内 容 提 要

本书为江苏省第三届青年学术年会暨首届海峡两岸青年学术交流会论文选编,内容包括先进制造系统理论与设计方法、产品设计方法学及 CAD/CAPP/CAM、选进生产模式及系统、网络及数据库、电气自动化及机器人技术、检测及工业过程控制、现代加工成型技术及材料、企业管理及质量控制等方面,反映了海峡两岸青年科技工作者在先进制造技术领域的研究成果,具有较高的学术水平,对高等院校、科研、工程技术以及管理部门的科技人员有重要参考价值。

序

先进制造技术已成为在国际竞争中能否取得成功的关键技术,是衡量一个国家综合国力的重要标志,是 21 世纪各国争夺的热点技术领域之一。因此,世界各国都相继制定了庞大的发展规划,大力推进先进制造技术在企业中的广泛应用,以期在激烈的国际竞争中处于领先地位。

我省的制造业历史悠久,近年来又得到了长足的发展。在先进制造技术研究领域,具有较强的研究实力和应用基础,多位专家参加了国家科委 863 高技术研究和发 展计划 CIMS 主题的相关项目。江苏省是国家科委 863 计划确定的第一个 CIMS 推广应用试点省份。为了实现我省国民经济和社会发展“九·五”规划和 2010 年远景目标,促进学术交流与合作,江苏省科协举办以“先进制造技术”为主题的江苏省第三届青年学术年会暨首届海峡两岸青年学术交流会。会议得到了我省广大青年科技工作者以及台湾省青年学者的热烈响应。本书所收录的会议论文展示了近年来他们最新的研究和应用成果,具有较高的学术水平。我相信,这次会议的召开,必将进一步推动我省先进制造技术的研究和应用,加强海峡两岸青年学者的交流与合作。

青年是 21 世纪科技发展的生力军,21 世纪展现给我们的不仅是机遇,更是挑战。衷心希望我省广大青年科技工作者不断进取,勇于创新,为“科教兴省”、“科教兴国”的发展战略做出新的贡献;也希望海峡两岸的青年学者加强交流,共同为促进科技进步,经济繁荣,祖国统一而努力。

郭世忠
20/12

目 录

先进制造系统理论与设计方法

面向 21 世纪的智能制造技术与系统	赵东标等(1)
CIM 信息系统建模和分析	罗军舟等(9)
基因演算法应用于装设时间和工作次序相依之排程	陈正芳等(14)
经济指标为核心的制造系统动态建模及仿真	李小宁等(20)
Game Theory Approach to Heterarchical Manufacturing System Design	Gau Rong Liang(25)
一种基于经营过程再工程的企业集成框架	袁红兵等(39)
基于智能调度的开放式 FMS 仿真器	周燕飞等(44)
装配系统的配套——零组件可替代	陈正芳等(49)
计算机仿真在 FMS 刀具管理中的应用	欧阳普仁等(55)
面向对象的 FMS 的 Petri 网建模与仿真	何沛仁等(58)
面向对象的制造系统建模与仿真环境 MD&SIM 的研究	谭奇勇等(63)

产品设计方法学及 CAD/CAPP/CAM

基于装配功能的产品建模方法研究	幸 研等(69)
数控车床主轴箱 CAAP 系统中装配顺序自动决策的研究	易 红等(74)
Parameter Optimization with Fuzzy Formulation for Engineering System Design	C J Shih(78)
装配工艺自动化设计中装配信息描述方法的研究	徐迎晓等(88)
基于 Agent 的 CSCW 系统中的谈判模型	李德敏等(92)
电机 I—CAD 系统中基于知识的参数化设计模型的建立	钱 巍等(98)
曲面零件粗加工的二维处理方法	周 良等(104)
面向 CIMS 的产品研制系统	陈蔚芳等(108)
基于特征的产品建模技术	孙知信等(114)
汽车转向梯形机构参数确定的最优化方法	沈 辉等(119)
面向 CAD/CAM 一体化的 CSCW 环境	吴光明等(124)
参数化图元拼合的回转体类零件 CAD 方法及应用软件研究	冯育萍(128)
液压挖掘机反铲装置的优化设计	赵家宏等(133)
中小型电机 CAD 集成系统的研究与开发	裴学华等(139)
面向有效经营的产品并行设计方法研究	周骥平等(143)
解柔性调度问题的遗传算法	顾擎明等(147)
模糊可靠性优化设计在机械设计中的应用	曹焕亚等(154)
船舶无人驾驶机舱实验室(AMER)可视交互仿真方法的研究	陈 宁等(158)
塑料挤出模具开放式 CAD 系统的实现	陈 石(162)

AutoCAD 环境下的数控线切割程序生成方法	李正海(168)
针对自动装配的零件特征分析及其知识表示形式	季春明(172)
CAD/CAM 系统的工程图纸管理系统设计	杨 军等(176)
先进生产模式及系统	
敏捷制造后勤的研究	陈圣权等(181)
车间集成功能结构的分析与研究	邓少冬等(186)
检测监控集成系统与先进制造系统的集成研究	孙 宇等(191)
面向“并行工程”和“虚拟制造”的机械多体系统计算机辅助分析	吴洪涛等(196)
面向敏捷制造的企业组织模型	任 亮等(200)
江苏钢绳集团 CIMS 工程设计	史 迎等(205)
柔性制造系统 FMS—500 研究与开发	楼佩煌等(210)
无锡威孚 CIMS 总体规划的实践与体会	姜 浩等(214)
并行工程与产品质量控制	杨年宝等(219)
一种有约束 FMS 资源调度的新方法	王东云等(225)
基于 RPM 的 CIMS 单元控制器 CASE 环境体系结构研究	朱 岩等(229)
并行工程下的产品开发进度规划研究	蒋祖华等(234)
敏捷制造企业的经营过程与组织方式分析	任 玲等(240)
FMS 调试环境调度功能测试用例生成研究	黄新燕等(245)
FMS 运控软件调试环境系统设计	张 雯等(249)
FMC 辅助过程的开关量控制研究	卢道华(254)
FMS 规划设计计算机辅助工具软件的研究	张秋菊等(258)
基于 CIM 环境的 DCS 研究	杨 林等(262)
网络及数据库	
ORACLE 环境下客户/服务器结构性能测试	陈丹伟等(266)
客户机—服务器环境下异机种数据库访问的方法及实现	鲍一民等(271)
NDRASS 需求定义一致性的研究	丁俊华等(277)
MAP 网媒体访问控制协议时延分析与计算	丁心泉等(282)
开放分布式处理的新发展—CORBA 规范	汪 芸等(286)
所见即所得打印技术在 NDORASS* 中的应用	孙 烨等(291)
通用的 SGML 文档转换系统	武港山等(295)
一种快速的全文本自由词检索算法	章 勇等(301)
中小企业 CIMS 应用工程网络分系统的设计	倪惠忠等(305)
中文电子出版物全文检索技术的应用与实现	杨文清等(309)
面向对象的操作式软件开发方法	钱悦晨等(314)
基于高性能计算机网络的企业网络	沈苏彬等(319)
一种面向 CIMS 企业网络新型应用的高性能运输平台实现框架模型	王宏宇等(324)
BYJC—CIMS 工程中网络和数据库系统的设计	丁 伟等(328)
Visual Basic 在多媒体展示系统中的设计 and 应用	马如军等(332)
分布式数据库设计工具 SDDBDT 的设计与实现	姚小巍等(338)

Jubilate™: 一个开放式中文报表工具	冒志鸿等(343)
SRTDB: 一个用于 CIMS 的实时数据库原型	袁 军等(348)
CIMS 环境下的网络管理	方宁生(353)
高级语言程序远程调用参数消息协议的实现	米冀生等(358)
CIMS 网络系统安全框架及访问控制设计	李 洋等(365)
基于 TCP/IP 的制造报文规范的研究与实现	张长琦等(369)
实时多任务环境下一种面向工厂自动化通信协议的研究与实现	黄伟红等(374)
基于 MMS 的 MAP 网与 BITBUS 网互连及应用	周世莉等(379)
电器自动化及机器人技术	
超声波电动机的原理及其控制技术	胡敏强等(385)
神经网络 α 阶逆系统预估补偿控制方法	刘 军等(390)
A Calibration Method of the Phase Drift in Camera/Grabber Signal Conversion for Automated Optical Mensuration Using Computer Vision	Ching—Cheng Wang (396)
基于神经网络与符号推理综合理论的故障诊断技术	杨 忠等(409)
基于 MULTIBUS 的机器人控制系统	顾葆华等(415)
机械手控制系统选型的研究	姜 楠等(420)
无速度传感器永磁同步电机矢量控制系统研究	曾朝晖等(423)
开关磁阻电机的控制模式分析	黄建中等(428)
冗余度机器人梯度投影算法多性能指标函数构造的研究	吴瑞珉等(434)
8031 单片机控制的车床经济型闭环数控系统	程启明等(438)
用神经网络处理决策过程	张 德等(443)
基于遗传算法的模糊控制方法的研究	胡 宁等(447)
变频调速技术在供水系统中的应用研究	陆宝春等(451)
路面对工程机械专用车辆的输入谱矩阵	杨学良(456)
基于 UC3842 的开关电源研制	樊 英等(461)
割炬高度自动跟踪系统的研究	王铁汉(466)
对象具有扰动的 LQI 最优伺服系统设计	蒋国平等(472)
HIMPS 系统机器人任务规划的生成	房 靖等(477)
多项式重置增量型模糊控制器及应用	于跃海等(482)
电火花微孔加工伺服控制系统研制	高长水等(487)
蓄电池极板化成集散控制系统	王 勤等(491)
力控制反馈信号的神经网络法处理	殷跃红等(496)
基于力反馈的运动学建模研究	殷跃红等(501)
印铁烘房微机控制系统	王士森等(505)
检测及工业过程控制	
散热器芯子装配中的自动分片原理与方法	丁武学等(510)
车轮扭矩及转速的检测方法研究	何坚强等(514)
图像分类中不同类型的不确定性信息的融合的研究	李国栋等(518)

福建水口升船机液压调平系统中的防溢安全阀·····	赵晓军等(522)
单片机在机动车全自动检测系统中的应用·····	张 鸣(527)
可编程控制器在控制绘图仪中的应用·····	周世莉等(531)
汽车盘式制动器密封圈复位及调隙功能测试试验台的研制·····	陈效华(536)
一种新型的分布式测控系统的数据通信研究·····	黄 苹(540)
快速成像印刷设备的现状与探讨·····	钱军浩(544)
载重汽车车厢扭转疲劳试验装置及其结构分析与研究·····	朱学华等(549)
智能微光功率计的研究·····	武文远等(554)
图像分色算法的设计和实现·····	徐汀荣(558)
霍尔效应式针阀升程测量装置的开发及应用·····	谢云臣等(561)
一种新颖的扭矩保护方法—测速式扭矩保护·····	祁 江(567)
面齿轮传动技术的研究进展·····	朱如鹏等(571)
基于 ART 模型的舰载雷达辐射源信号识别方法 ·····	赵丽萍等(576)
汽车防抱死制动用电磁阀·····	曾昭翔等(580)
自动测量技术在加工中心上的应用·····	李 航等(583)
发动机主轴摩擦力矩的自动检测系统·····	游有鹏等(586)
多流磁传干式水表改进与试验·····	及秀琴(590)
动力装置主要参数集中监控系统的研究·····	陆金铭等(594)
现代测绘技术在大佛铸像工程中的应用·····	黄 腾等(601)
旱情实时评估系统开发研究·····	卞艺杰等(606)
现代加工成型技术及材料	
微米级自动扫描磨粒形态分析仪运动系统的设计及制造·····	戴振东等(611)
自动模具磨抛加工技术之研究 ·····	陈火昭彰(615)
节能节材的铸坯模锻新工艺·····	刘忠德(624)
微光学平板之研制·····	陈盈璋等(628)
任意形状轮廓粗加工的刀具轨迹生成算法·····	陈文亮等(633)
Process for Making Metal Matrix Composites Reinforced by Ultrafine	
Reinforcing Materials and Products Thereof ·····	C. b. Lin(639)
新型超音速喷涂工艺·····	朱纪军等(651)
小脉宽脉冲电解加工特性和脉冲斩波器·····	钱 军等(656)
超高速超精密加工的磁浮主轴系统研究·····	徐龙祥等(660)
精密电铸金刚石钻头工艺研究·····	吴 健等(664)
等离子喷涂技术现状和发展趋势·····	张春明等(669)
氮化速率对 TiO ₂ 凝胶膜氮化效果的影响 ·····	李 亮等(673)
气相沉积 TiN 和 Ti(C,N) 镀层的抗氧化性能 ·····	李文梅等(677)
钢坯表面处理的非定常水射流技术·····	段 雄(681)
冲天炉自动加料系统的设计与应用·····	方 华等(685)
精密电铸技术的研究与应用·····	赵剑峰等(691)
环切粗加工中余料的清除算法·····	翟建军等(695)

孔的开缝衬套冷挤压强化技术·····	孙 暄等(698)
通信、电力管道电缆施工用高速、大力牵引机的研制及其性能·····	李立杰等(702)
液态模锻铸造工艺技术在摩托车关键铝合金零部件上的应用·····	陶志凯等(705)
真空电弧薄膜制备中等离子体参数的变化及其对薄膜显微硬度的影响 ·····	程仲元等(709)
激光烧结快速成形技术的研究·····	唐亚新等(714)
平面度测量数据可靠性及不确定度分析·····	魏孝军等(718)
砂轮磨损状态识别的信息距离法·····	吴 祥(724)
成品混凝土两级微机控制系统·····	冯铁成(729)
超细异收变形的混纤丝的研制·····	高学军等(733)
新型细旦、涤粘“丽波绸”设计与工艺探讨 ·····	华红玲等(737)
企业管理及质量控制	
V 形控制图的研究 ·····	丰景春(742)
集成环境下的产品质量评价体系·····	汤文成等(747)
先进制造环境下的车间管理和控制系统的研究·····	陈杰等(751)
国有企业与乡镇企业发展特征比较研究·····	刘益平等(755)
试述现代化管理方法在生产中的应用·····	夏保琪(760)
一种人力资源自我管理的新模式·····	程文文等(765)
精密电子产品生产的质量管理研究·····	邵 敬等(769)
企业 MIS 系统的新构思 ·····	李 琪(773)
在先进制造技术的推进中重新确立人的价值·····	张念春(776)
盐业销售企业管理信息网络系统的设计·····	王 祥(781)
集成化的质量信息管理专家系统的研究与开发·····	潘庆成等(785)
企业设备管理信息系统·····	杨昌明等(789)
CIMS 企业中的组织形式 ·····	吴榕榕等(793)

论文摘要

柔性资源及其对柔性制造技术的影响·····	孔庆善(798)
机壳类零件 3S - CAPP 系统的设计 ·····	江 燕等(798)
企业领导信息系统的研究与开发·····	殷晓丰等(798)
科研院所实施 CIMS 的总体方案探讨·····	李 宏等(798)
FMS 的集成开发环境的研究与开发 ·····	张 洁等(799)
灰色系统理论原理在工况监测与故障诊断技术中的应用·····	刘永安(799)
CIMS 体系结构与工程开发模式 ·····	杨金华等(799)
面向 21 世纪的先进制造技术 ·····	何 宁等(800)
复杂多曲面 NC 加工中的干涉处理·····	杨勇生等(800)
汽车板金件的 CAPP 专家系统 ·····	袁关章等(800)
车间生产过程重组的研究·····	蒋晓春等(800)

可编程序控制器系统分析·····	陆宝春等(801)
医药结晶技术浅析·····	吴 健(801)
运营时结构体系可转换的桥梁设计·····	丁如珍等(801)
真正“洗可穿”天然纤维织物染整工艺探讨·····	陈 秋等(801)
浮点数字信号处理器及在实时计算机系统中的应用研究·····	李 勇(802)
机械图样绘制图框及标题栏通用程序设计·····	邢邦圣(802)
时钟中断 INT70 在实时控制中的应用 ·····	江 波等(802)
电动发电机组试验台主电路工作原理·····	邱剑平等(802)
浅谈 CAD 应用软件的二次开发 ·····	唐敦兵等(803)
车间管理控制系统运行环境的设计·····	张 卫等(803)
CIMS 环境下数据(库)与 Web 的集成研究 ·····	黄巧曼等(803)
一种可描述系统功能的 00 建模方法 ·····	刘亚军等(803)
关于微电子行业 CIMS 的几点探讨·····	何洁月(804)
防洪调度泵站管理系统中心站的通讯设计·····	孙玉龙等(804)
河道水流与地下水流数值计算的耦合模型研究·····	李致家等(804)
IVECO 制动蹄感应热处理工艺研究 ·····	施万平等(804)
发动机快速磨合工艺的实现·····	沈大兹等(805)
离合器盘热处理工艺探讨·····	王宪章等(805)
碳钢用纤维素型立向下焊条的配方设计·····	张震江等(805)
野外分光反射率计的原理及设计·····	武文远等(806)
Cr5Mo 法兰与 HK-40 炉管焊接裂缝分析 ·····	过企新等(806)
关于石墨炉原子化法实际应用的探讨·····	顾 雷等(806)
解平面一般力系平衡问题的新方法及其在平面简单桁架上的应用·····	徐铭翔(806)
面向 CIMS 的集团化企业质量管理体系·····	薛建彬等(807)
基于中文 WINDOWS 95 简繁转换系统的设计·····	朱巧明等(807)
计算机网络在地方法院案件管理系统中的应用·····	王月珍等(807)
饲料与动物营养配方专家系统配程序设计与实现·····	吴子沂等(808)
一类离散事件动态系统反馈逻辑的新型 Petri 网实现方法 ·····	赵正义等(808)
关于电子整流器设计的几点理论探讨·····	丁家琪(808)
SCIMS 开发过程的探讨 ·····	王自力等(808)
浅谈与 CIMS 相适应的企业管理·····	张光明等(809)
基于统计模式识别的真假印鉴图像模拟分类·····	吴 陈(809)
用有限元素法分析活塞温度场·····	马哲树等(809)
新利塑料异型材有限公司外协件质量管理信息系统·····	杨立江(809)
实时生产管理信息系统的设计与集成·····	王 炯等(810)
新海发电厂燃料管理信息系统·····	陈宽好(810)
FIMS 初探 ·····	范 军(810)
皮带秤和料斗秤在实物校验系统中的应用·····	徐 峰(810)
电子秤衡重自动化系统的开发与应用·····	胡小新等(811)

微机在出口矿物燃料检验业务管理上的应用·····	韩宝和等(811)
基于网络的柔性 DNC 系统的研究 ·····	庄熙星等(811)
跨世纪的制造技术——AMT ·····	周永麟(812)
工控数采数据上管理网络时碰撞问题的处理方法·····	陈晓梅(812)
磁卡锁的几点改进·····	陈绍敦(812)
电网电压瞬变叠加干扰的检测方法研究·····	陈俊杰(812)
论创成式 CAPP 系统推理模块的构成 ·····	周一丹等(813)
计算机三维动画在工程设计中的应用·····	阚俊林等(813)
自动频率控制伺服系统·····	李杰春(813)
跨企业信息系统环境下的企业合作经营初探·····	胡汉辉等(813)
CADDS5 软件在曲面加工中的应用 ·····	张纪平(814)
CIMS 与高技术企业组织结构的变化 ·····	叶 明(814)
CIMS/EDBMS 中的继承机制 ·····	龚 玲等(815)
钢铁企业生产特点及 MRP- I 的选型·····	张金望等(815)

面向 21 世纪的智能制造技术与系统^{*}

赵东标 朱剑英

(南京航空航天大学智能制造与自动化教研室)

摘要 探讨智能制造技术与智能制造系统产生的背景与科学意义;分析国内外的发展现状与关键问题。讨论了智能制造技术及系统与人工智能、计算机集成制造系统的关系。提出了智能制造是 21 世纪的制造技术。

关键词 智能制造 人工智能 计算机集成制造

一、智能制造提出的背景

20 世纪后期,随着冷战结束,国际间竞争的重点由单纯的军备竞赛转向以发展国家经济和提高国民生活水平的综合国力的较量。无论是发达国家还是发展中国家,都已清楚地看到国民经济的发展以及综合国力提高的前提条件是科学技术的进步,声势浩大地积极发展各国的高新技术,随之而来的这种国际间高新科技领域的竞争愈演愈烈,且其发展形式由最初的仅依托本国人力、物力和财力,发展到国际间的大规模合作。这揭示了世界发展的趋势,也是人类社会向更高级阶段发展的征兆,这种世界范围内争夺高科技前沿的序幕已经拉开。近年来,由日美等发达国家倡导的面向 21 世纪的“智能制造技术(IMT)”、“信息高速公路”等国际研究计划,无疑是该背景下的产物,也是国际间进行高科技研究开发的具体体现和争占 21 世纪高科技制高点的象征。

制造业是国民经济的基础工业部门,它为国民经济、国防等各部门提供技术装备。制造业的发展是决定国家发展水平的最基本因素之一。从制造业发展的历程来看,经历了由手工制作、制造业的泰勒观点、高度自动化、柔性自动化和集成化制造,发展到今天的并行规划设计等阶段。就制造自动化而言,大体上每 10 年上一个台阶:50 年代和 60 年代是单机数控;70 年代以后则是 CNC 机床及少数由它们组成的自动化岛;在 80 年代为了应付市场的快速变化和大幅度提高生产率,大力发展了计算机柔性制造单元(FMC)和计算机柔性制造系统(FMS),出现了世界性的柔性自动化热潮;与此同时,发展了计算机集成制造(CIM),但是与实用化相距甚远。

随着计算机的问世与发展,机械制造大体沿两条路线发展,一是传统制造技术的发展,二是借助计算机和自动化科学的制造技术的发展。自 80 年代以来,传统制造技术得到了不同程度的发展,但存在着很多问题。先进的计算机技术和制造技术向产品、工艺和系统的设计员和管理人员提出了新的挑战,传统的设计和管理方法不能有效地解决现代制造系统中所出现的问题。这就促使我们借助现代的工具和方法,利用各学科最新研究成果,通过集成传统制造技术、计算机技术与科学以及人工智能等技术,发展一种新型的制造技术与系统,这便是智能制

* 本文写作得到国家自然科学基金资助,在此表示感谢。

造技术(IMT)与智能制造系统(IMS)的提出。

进入 90 年代,世界各国给予 IMT 和 IMS 以极大的重视与热情,竞相大力发展 IMT 和 IMS。其深层次的原因有:

(1)集成化离不开智能。制造系统是一个复杂的大系统,其中有多数积累的生产经验,在生产过程中必须有人—机交互作用,系统中还必须使用智能机器(如智能机器人等),所以,脱离了智能化集成化也就不能理想地实现。

(2)机器智能化比较灵活。可以系统智能化,也可以单机智能化;单机可发展一种智能,也可发展几种智能;无论在系统中或单机上,智能化均可工作,不像集成制造系统只能全系统集成起来才可工作。

(3)智能化的投入/产出较好,经济效益较高。现有的计算机集成制造系统(CIMS)少则投资数千万元,多则投资数亿元乃至数十亿元,很少有企业能承担得起,而且投入正常运行的很少,维护费用也高,又要废弃原有的设备,很难推广。

(4)有丰富经验的机械工人和技术人员日益缺少,而随着科学技术的发展,产品制造技术越来越复杂,这种人才的供求矛盾,也促使利用人工智能和知识工程技术来解决现代化的加工问题。

(5)工厂生产率的提高更多地取决于生产管理和生产自动化。把人工智能与计算机管理相结合,使不懂计算机的人也能通过视觉、对话等智能手段对其进行操作使用,从而减轻工人的劳动。实现生产管理的科学化。

二、主要研究内容和目标

智能制造(IM)在国际上尚无公认的定义。1988 年,P. K. Wright 和 D. A. Bourne 在所著的《制造智能》一书中认为:“智能制造的目的通过集成知识工程、制造软件系统、机器人视觉和机器控制对制造技工的技能和专家知识进行建模,以使智能机器人在没有人工干预的情况下进行小批量生产。”日本通产省机械信息产业局元岛直树对智能制造的设想是:“在具有国际上可互换性基础上,使订货、销售、开发、设计、生产、物流、经营等部门分别智能化,并按照灵活适应制造环境等原则,使整个企业网络集成化。”目前比较通行的一种定义是:智能制造技术(IMT)是指在制造工业的各个环节以一种高度柔性 with 高度集成的方式,通过计算机来模拟人类专家的制造智能活动,对制造中的问题进行分析、判断、推理、构思和决策,旨在取代或延伸制造环境中人的部分脑力劳动;并对人类专家的制造智能进行收集、存贮、完善、共享、继承和发展。因此,智能制造的研究开发对象是整个机械制造企业,其主要研究开发目标是:①企业整个制造工作的全面智能化,它首次在实际制造系统中提出了以取代人的部分脑力劳动作为主要目标,强调整个企业生产经营过程大范围的自身组织能力。②信息和制造智能的集成与共享,强调智能型的集成自动化。

目前,IMT 和 IMS 的研究正迅速受到众多国家的政府、工业界和科学技术人员的广泛重视,研究方向从最初的“人工智能在制造领域中的应用”(AI in manufacturing,简称 AIM)发展到今天的 IMS,研究课题涉及的范围由最初仅一个企业内的市场分析、产品设计、生产计划、制造加工、过程控制、信息管理、设备维护等技术型环节的自动化,发展到今天的面向世界范围内的整个制造环境的集成化与自身组织能力,包括制造智能处理技术、自组织加工单元、自组

织机器人、智能生产管理信息系统、多级竞争式控制网络、全球通讯与操作网等。

由日本提出的国际合作研究计划对 IMS 的解释可以看出,IMS 的研究包括三个基本方面:智能活动、智能机器和两者的有机融合技术,其中智能活动是问题的核心。在 IMS 研究的众多基础技术中,制造智能处理技术是最为关键和迫切需要研究的问题之一,因为它起到各环节的制造智能的集成和生成智能机器智能的关键作用。对于一个国家甚至世界范围内的工业界来说,众多企业之间有着密切的联系,譬如,采用相同的生产设备和系统,有着类似的生产控制与管理方式,产品之间存在业务往来等等。这中间存在的突出问题是产品和技术的规范化、标准化和通用化,信息自动交换形式与接口以及制造智能共享等。

国际 IMS 计划的基本观点是:①IMS 是 21 世纪的制造系统,必须开发 21 世纪的制造技术;②为了新技术的开发和转化,应对技术进行组织和系统化;③加强技术的标准化;④考虑人的因素;⑤保护环境等。该计划由已有生产技术的体系化和标准、21 世纪生产技术的研究与开发两大部分构成。

1992 年 4 月在日本召开的第一次国际技术委员会,确定 4 个主题:①技术课题;②选择原则;③评价程序;④执行准则。目前首批由国际 IMS 中心成员提出的 10 项研究课题是:①企业集成;②全球制造;③系统单元技术;④清洁制造技术;⑤人与组织方面;⑥先进的材料加工技术;⑦全球并行工程(评估和实施);⑧自主模块的系统设备与分布控制;⑨快速产品开发;⑩知识系统化(设计与制造)。美国国家科学基金会(NSF)已连续几年重点资助了有关智能制造的诸项研究,这些项目覆盖了智能制造的绝大部分,包括:制造过程中的智能决策、基于多施主(multi-agent)的智能协作求解、智能并行设计、物流传输的智能自动化、智能加工系统和智能机器等。

日本提出的智能制造系统国际合作计划,以高新计算机为后盾、深受其“真空世界”计算机研究计划的影响。其主要研究内容是:①强调部分代替人的智能活动,实现部分人的技能;②使用先进的智能计算机技术,来集成设计制造过程一体化,以虚拟现实技术(即灵境技术)实现虚拟制造,以多媒体的人机接口、人工现实感技术,实现职业教育;③强调全球性网络制造的生产制造,通过卫星、数字电话网络实现全球制造、遥控操作;④强调智能化、自律化智能加工系统和智能化 CNC、智能机器人的研究;⑤重视分布式人工智能技术的应用,强调自律协作代替集中递阶控制。

国内在智能制造技术与系统方面的绝大部分研究工作,目前还处在探讨人工智能在制造领域中的应用阶段,而对制造环境的全面“智能化”研究工作还处于刚刚起步阶段。研究课题涉及智能监控与诊断系统、制造过程的智能控制、智能管理信息与生产规划系统、基于知识的数据库技术、制造质量信息的智能处理系统、FMS 作业的知识能调度与控制、智能预测技术、产品设计与制造中可视(几何)知识处理技术等。

由于对智能制造还没有一个公认的定义,所以各自研究的方向也不尽一致,各有侧重。

IMT 与 IMS 的研究与开发对于提高产品质量、生产效率和降低成本,提高国家制造业响应市场变化的能力和速度以及提高国家的经济实力和国民的生活水准,具有重大的社会意义。IMT 和 IMS 是 21 世纪的制造技术与系统,其整个制造过程从订单签订直到研究开发、设计、制造、发货以及管理都是由自主设备组成的自主生产线完成的。其目标就是要实现一种能融合过去总是被孤立对待的观点(市场适应性、经济性、人的重要性、适应自然和社会环境的能力、开放性和兼容能力)的生产系统。也就是:①使整个制造过程实现智能化,并具有自组织能力;

②IMS 是一个集成许多工厂和多种机器设备的混合系统;③具备满足各种各样社会需求的柔性;④能充分发挥人的作用;⑤易于操作;⑥总效率高;⑦能避免重复投资等。目前,IMT 和 IMS 尚处于概念研究和实验研究阶段,但发达国家在这一领域内的竞争与合作已日趋激烈,因为 IMT 和 IMS 将是下一世纪制造业的制高点。

三、人工智能与 IMT、IMS

人工智能(AI)的研究,一开始就未能摆脱制造机器生物的思想,即“机器智能化”。这种以“自主”系统为目标的研究路线,严重地阻碍了 AI 研究的进展。国内外有许多学者都意识到这一点,如 Feigenbaum、Newell、钱学森等,他们不约而同地从计算机角度出发,提出了人与计算机相结合的智能系统新概念。目前国外对多媒体及灵境技术研究进行大量投资,日本第五代智能计算机研制计划的搁浅等事例,就是对智能系统研究目标有所改变的明证。

人工智能技术在机械制造领域中的应用相当广泛,涉及到市场分析、产品设计、生产规划、过程控制、质量管理、材料处理、设备维护等生产过程的诸方面。结果是开发出了种类繁多的面向特定领域的独立的专家系统、基于知识的系统或智能辅助系统,形成一系列的“智能化孤岛(Islands of intelligence)”。随着研究与应用的深入,人们逐渐认识到,未来的制造自动化应是高度的集成化与智能化的人—机的有机融合,制造自动化程度的进一步提高要依赖于整个制造系统的自组织能力,即表现出一定的智能行为。如何提高这些“孤岛”的应用范围和在实际制造环境中处理问题的能力,成为人们的研究焦点。在 80 年代末和 90 年代初,一种通过集成制造自动化、新一代人工智能、计算机等科学技术而发展起来的新型制造工程——智能制造技术和新一代制造系统——智能制造系统便脱颖而出,受到发达国家及部分发展中国家政府与科研机构的高度重视。

人工智能在制造领域中的应用与 IMT 和 IMS 的一个重要区别在于:IMS 和 IMT 首次以部分取代制造中人的脑力劳动为研究目标,而不再仅起“辅助和支持”作用,在一定范围还需要能独立地适应周围环境,开展开作。

四、IMS 和 CIMS

在即将进入 21 世纪的时候,机械制造科学引向何方,引起了世界各国机械制造领域同仁的极大关注。即将逝去的 20 世纪是科学技术发展最剧烈的一个世纪,在这个世纪,机械科学发展的最大特征是自动化,特别是本世纪后半叶的计算机科学与机械科学的碰撞,使机械领域发生了一场革命,自动化+智能化成为机械制造领域新的重要特征。

然而,计算机集成制造系统(CIMS)发展的道路并不一帆风顺,过分地追求大系统集成化与自动化,把人们引向歧途。在 1994 年清华大学召开的“面向 21 世纪的制造科学与技术”学术交流会上,与会的美、日等国代表似乎都说出了一个一致的看法,即到今天,CIMS 的发展碰到了不可逾越的障碍,可能是刚开始时就对 CIMS 提出了过高的要求,也可能是 CIMS 本身就存在某种与生俱来的缺陷,今天的 CIMS 已不像几年前那样受到极大的关注与广泛地研究。我国国内对 CIMS 的研究正方兴未艾,这需要引起我们的审视。从 CIMS 的发展来看,众多的研究

者把重点放在计算机集成上面,从目前科学技术的现状看,要完成这样一个集成系统是极为困难的。

CIMS 作为一种连接生产线中的单个自动化子系统的策略,是一种为改进制造效率而建立起来的技术。它的技术基础具有集中式结构的递阶信息网络。尽管在这递阶体系中有多个执行层次,但主要控制设施仍然是中心计算机。CIMS 存在的一个主要问题是用于异种环境必须互连时的复杂性。在 CIMS 概念下,手工操作要与高度自动化或半自动化操作集成起来是非常困难和昂贵的。

在 CIMS 深入发展和推广应用的今天,人们已经逐渐认识到,要想让 CIMS 真正发挥效益和面积推广应用,有两大问题需要解决:人在系统中的作用、地位;以及在不做很大的投资对现有设施进行改造的情况下亦能应用 CIMS。现有的 CIMS 概念是解决不了这两个难题的。今天,人力和自动化是一对技术矛盾,不能集成在一起,所能作的选择,或是昂贵的全自动化整条生产线,或是手工操作,而缺乏的是人力和制造设备之间的相容性,人机工程只是一个方面的考虑,更重要的相容性考虑要体现在竞争、技能和决策能力上。人在制造中的作用将被重新定义和加以重视。

事实上,在 70 年代末和 80 年代初,人们已开始认识人的因素在现代工业生产中的作用。英国出版公司(IFS)于 1984 年就首次发起了第一届“制造中人的因素”研讨会,目的在于提高人们对制造环境中人的因素及其所起作用的认识。事实证明:人的因素是 IMS 中制造智能的重要来源。

值得指出的是,CIMS 和 IMS 都是面向制造过程自动化的系统,两者密切相关但又有区别。CIMS 强调的是企业内部物料流的集成和信息流的集成;而 IMS 强调的则是更大范围内的整个制造过程的自组织能力。从某种意义上讲,后者难度更大,但比 CIMS 更实用、更实际。CIMS 中的众多研究内容是 IMS 的发展基础,而 IMS 也将对 CIMS 提出更高的要求。集成是智能的基础,而智能也将反过来推动更高水平的集成。IMT 和 IMS 的研究成果将不只是面向 21 世纪的制造业,不只是促进 CIMS 达到高程度的集成,而且对于 FMS、MS、CNC 以至一般的工业过程自动化或精密生产环境而言,均有潜在的应用价值。

许多有识之士,对人工智能技术、计算机科学和 CIMS 技术进行了全面的反思。系统科学、人工智能科学的权威人士,在认识机器智能化的局限性的基础上,特别强调人在系统中的重要性。在 CIMS 实现过程中,越来越多的人认识到“人”在系统中应扮演更重要的角色。怎样发挥人在系统中的作用,建立一种新型的人——机的协同关系,从而产生高效、高性能的生产系统,这是当前众多学者都会提出的问题,也正是 CIMS 所忽视的关键因素,这一因素导致了 CIMS 发展中不可逾越的障碍。值得一提的是有的学者特别强调“人件(humanware)”在系统中的重要性。鼓吹 CIMS 的开放结构体系思想(Open structure architecture,简称 CIM-OSA),最引人注目的是欧共体著名的 ESPRIT 计划中单独列出的一个研究子项,即“以人为中心的 CIM 系统”。甚至有人索性称以人为中心的 CIMS 为人集成制造系统(Human integrated manufacturing system HIMS),指出集成制造系统首先是“人的集成”。耐人寻味的是,目前研究的“精良生产”(Lean production)思想的主要出发点也是强调“人”的作用,即“以人为中心”。